

⑫ 公開特許公報(A) 平3-65623

⑤ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)3月20日

G 01 J 1/02
H 01 L 21/027

S

7706-2G

2104-5F H 01 L 21/30 3 0 1 G

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全13頁)

⑭ 発明の名称 瞳上照度分布測定方法、及び同測定装置

⑮ 特 願 平1-200285

⑯ 出 願 平1(1989)8月3日

⑰ 発 明 者 稲 垣 晃 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑱ 発 明 者 芝 正 孝 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 相 場 良 彦 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑳ 発 明 者 小 森 谷 進 東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株式会社日立製作所武蔵工場内

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 代 理 人 弁理士 秋本 正実

明 細 書

1. 発明の名称

瞳上照度分布測定方法、及び同測定装置

2. 特許請求の範囲

1. 照明系によって照明されるパターンをレンズにより投影して転写する方法において、

上記レンズに関して上記パターンの面と光学的共役関係にある面にピンホールを位置せしめ、

上記ピンホールから一定距離だけ離れた箇所
で該ピンホールを通過した光束の照度分布を測定し、

前記のレンズを含む光学系の部分的コヒーレンシ、及び光束のテレセン度の少なくとも何れか一方を算出することを特徴とする、瞳上照度分布測定方法。

2. 照明系によって照明されるパターンをレンズにより投影して転写する装置において、

上記レンズに関して上記パターンの面と光学的共役関係にある面上に設けられたピンホールと、

上記ピンホールから一定距離だけ離れた位置に設けられた照度分布を検出するための光検出器とを具備していることを特徴とする、瞳上照度分布測定装置。

3. 照明系によって照明される試料の像をレンズにより投影して観察する方法において、

上記の試料の被検面を位置させる面に、該試料と一時的に置換してピンホールを位置せしめるとともに、上記ピンホールから一定距離だけ離れた位置に設けた検出器によって該ピンホールを通過した光束の照度分布を測定し、

上記測定結果に基づいて前記照明系の調節を行うことを特徴とする瞳上照度分布測定方法。

4. 照明系によって照明される試料をレンズにより投影して観察する装置において、

上記の試料の被検面を位置させる面に、該試料と交互にピンホールを有する板状部材を進出、退避せしめる駆動手段と、

上記ピンホールから一定距離だけ離れた位置に設けた照度分布を検出するための検出器と、

を具備することを特徴とする照度分布測定装置。

5. 前記の測定結果に基づく照明系の調節は、照度分布の測定結果に基づいて部分的にコヒーレンシ及び光束のテレセン度の少なくとも何れか一方を算出して、この算出結果に基づいて照明系を構成しているランプの位置、レンズの位置、及び開口絞りの絞り状態の内の少なくとも何れか一つを調節するものであることを特徴とする、請求項3に記載した瞳上照度分布測定方法。
6. 前記の照度分布を検出する検出器は、検出結果に基づいて部分的コヒーレンシを算出する演算器と、上記部分的コヒーレンシに基づいて前記照明系の開口絞りを変化させる演算手段と駆動機構とを具備していることを特徴とする、請求項2又は同4に記載した照度分布測定装置。
3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体等の微細パターンの露光転写や検査に用いる光学装置に関するものである。

(従来の技術)

に結像される。この時、入射瞳上での光源像の大きさ(直径)と入射瞳の大きさ(直径)との比を部分的コヒーレンシまたは、 σ 値と称する。光源像の大きさが入射瞳径と一致する時 σ 値は1であり、一方、レーザ光源等を用い、入射瞳上で、スポットが形成される時 σ 値は0となり、コヒーレント照明と呼ばれる。

一般に光学系に用いるレンズには光学的な収差が存在する為、 σ 値と解像度との関係は第22図のようになり、適切な σ 値を選ぶことがレンズの解像性能を最大限に発揮する上で重要である。

また、第23図のように入射瞳上での瞳9の中心44と光源像43の中心45がずれると、試料上の1点に照射される照明光の光束は第24図のようになり、その光束の軸47はレンズ光軸48から傾くため非テレセントリック(光軸が試料面に対して垂直でない)な照明となり、その結果として露光により転写されたパターンあるいは顕微鏡での観察像が非対称な形となり好ましくない。このように投影形露光装置や検査光学系の光学的性能を最大限に発

揮させるために照明系のコヒーレンシの制御は重要であり、その使用に先立ってレンズの入射瞳上での照度分布を計測し、照明系が正常な状態にあるかチェックし、異常があればこれを補正する必要がある。

従来の技術では、例えば露光装置を例にとると第21図のようにして行われていた。即ち、レチクル13のパターンを照明系7からの光を用いて縮小レンズ2を介してウエハステージ5上のウエハ6に1チップずつステップ・アンド・リピートで転写する露光装置において、その入射瞳9上の照度分布の測定時にのみレチクル13と縮小レンズ2の間にミラー31を挿入し、縮小レンズ2の入射瞳9との共役位置、すなわちレチクル13からの距離がレチクル13とレンズ2の入射瞳9との距離に等しい位置に2次元光センサ4を設置し、第23図のような入射瞳上の照度分布の像を直接観察していた。

(発明が解決しようとする課題)

上記従来技術では第21図に示すように光路中に

ミラー31を挿入し、レンズ2の入射瞳9と共役と思われる位置に2次元の光センサ4を置いて計測を行っていた。このような方法ではミラー31や検出センサ4あるいは、縮小レンズ2の取付状態の影響を受け、縮小レンズ2の入射瞳中心に対応する共役の位置を求めることが正確に出来ないという問題があった。又、試料上に照明光束中心が垂直に当たっているか否かを示すテレセン度のチェックでも、レンズの像歪を補正するためにレチクル13と縮小レンズ2に傾きをつけてある時などでは、正確な測定が出来なかった。さらにレチクル13と縮小レンズ2との間にミラー31と検出センサ4とを挿入するという作業が必要となり、作業時間がかかり生産性を低下させたり、作業時にレチクル13や縮小レンズ2への異物付着の確率が高まって歩留まりを低下させていた。また、これらの操作を自動化しようとする、どうしても装置が大型化してしまうという問題があった。

本発明の目的は、上記問題を解決するために、光学系のレンズ入射瞳上の照度分布を正確にかつ、

自動的に求めて照明系の部分コヒーレンシ(σ 値)及び、テレセン度(光源の中心ずれ量)を測定し、その結果に基づき光源の位置を動かす等してこれらを補正することにより、投影形露光装置や検査光学系の解像性能を最大限に発揮せしめ得る、照明系の瞳上照度分布測定方法及びその装置を提供することにある。

(課題を解決するための手段)

上記目的は試料面、または、これと光学的共役な位置に小さなピンホールを置き、試料を搭載するステージ上の試料面から一定距離だけ離れた位置に検出センサを置き、レンズとピンホールを通過してきた照明光の光束の照度分布を計測することにより達成される。

(作用)

即ち、第2図に示すように、ウエハ6を位置せしめるべき面にピンホール3を置きこの下に検出センサ4を設け、照明光束の照度分布を測定する。その照度分布データより瞳の大きさ(直径)D。に対する照明光束の大きさd。と、瞳の大きさD。

の中心に対する照明光束中心のずれC。とを観測すれば照明光の光束とレンズの最大光束との関係が求められる。さらに、瞳径D_iと瞳上の照明光束d_i及び、瞳上の照明光束の中心ずれC_iと上記測定値D。、d。、C。との関係は幾何学的に、

$$\sigma = \frac{d_i}{D_i} = \frac{d_o}{D_o} \quad \dots \dots (1)$$

$$\frac{C_i}{D_i} = \frac{C_o}{D_o} \quad \dots \dots (2)$$

のように表すことができ、これにより σ 値やテレセン度を求めることが可能となる。従って、従来は不可能であったレンズを介した測定が可能となり、測定精度の向上が図れ、更に、ピンホールやセンサを試料ステージに載せる事により計測の自動化へも容易に対処できる。

(実施例)

以下、本発明の実施例を図を用いて説明する。

実施例1:

第1図は本発明を露光装置に適用したときの全体構成図を示す。

露光時には、照明系7により光を照射するとレ

チクル1のパターンは、縮小レンズ2を介してXYZに動くウエハステージ5上のウエハ6に転写される。このウエハステージ5上にピンホール3と2次元センサ4で構成する瞳上照度分布検出ユニット8を配置する。この瞳上照度分布検出ユニット8のピンホール3をレチクル1と共役となる位置(即ち、ウエハ6と交替させて該ウエハ6を位置せしめるべき位置)に置き、2次元光センサ4は、ピンホール3の下方の一定距離h離れたところに受光面がくるように配置する。

第2図にこの構成を用いた測定方法を示す。まず、縮小レンズ2の入射瞳9全体を通る最大光束10は第2図に破線で示すようになるが、実際に照明系7から出る照明光束11は斜線を付して示したようになる。この照明光束11を瞳上照度分布検出ユニット8のピンホール3を通し、一定距離h離れた位置で観察することにより縮小レンズ2の入射瞳9上の照度分布に相当する照度分布を測定することができる。したがって、2次元光センサを配置し、この照度分布を取り込む事により、第3

図に示す外周42を持つ入射瞳9上の光源の像43が得られる。これから縮小レンズ2の入射瞳に対応する大きさ $D_o (=D_{ox} = D_{oy})$ と、測定により求めた光源像43の大きさ d 。から前掲の式(1)により部分的コヒーレンシ(σ 値)を求め、またその重心を求めることにより、光源像の中心ずれ量 C_{ox} 、 C_{oy} (テレセン度)を求めることが可能となる。

更に、特開昭62-232924に見られるようなエキシマレーザを光源とした露光装置に、本発明を適用して照度分布検出ユニット8(第1図、第2図)を設置すると第4図(A)のようになる。本図において101はエキシマレーザ、102は光量制御装置、103は照明光学系、107は露光制御回路、130はビーム偏向系、131はビーム一様化装置、132、133、134、142はレンズ、135は開口絞りである。この場合、レーザ101からはパルス状に露光光が発生され、各パルスで縮小レンズ2の入射瞳9上に集光されたスポット光19をガルバノミラー141、143で第4図(B)に示すように縮小レンズ入射瞳径内で2次元的に走査し、複数のパルス光で1回

の露光を行うことで実効的なコヒーレンシを変化させている。このような露光装置に於いては、瞳上照度分布検出ユニット8内の2次元光センサ4で、複数のパルスからなる1回の露光工程の全エネルギーをセンサの蓄積効果、又は1パルス毎のデータを収集し、これを算術的に加算することにより、第3図と同様のデータを得、これから部分的コヒーレンシ(σ 値)等を求めることが可能となる。

尚、本実施例(第4図)では投影形の露光装置を例にとったが、この方式は密着形あるいはプロキシミティ形の露光装置にも適用できる。

実施例II:

第5図は照度検出用にフォトマル等の単一センサを用いて本発明を露光装置に適用した実施例である。

ここでは、レチクル13として第19図(a)、(b)に示すようにガラス板29に形成されたクロム膜28にピンホール12のパターンを複数個又は、1個形成されたものを使用する。瞳上照度分布検出ユニット

16は、ウエハ6面から h だけ下げた位置に設けた受光側ピンホール15と単一光センサ14から成る。この検出ユニット16はウエハステージ5上に設けてあり、ステージを動かすことによりXY平面内で移動可能である。

瞳上の照度分布の測定は、第6図に示すように行われる。レチクル13上のピンホール12の像は、縮小レンズ2を通り、レチクル13と共役となる位置20すなわち、ウエハ6面と同じ高さに結像する。ウエハステージ5上に設けた瞳上照度分布検出ユニット16の受光側ピンホール15はこの共役面20から h 離れた位置に設けてあり、この受光側ピンホール15と単一のセンサ14とを一体として、ウエハステージ5をXまたはY方向に移動することにより、走査しながら光量測定することで瞳上の照度分布を第8図(a)又は第9図(a)の様に検出することが可能となる。

さて、この実施例では第5図のレチクル13の上には、すりガラス又は散乱板17が挿入できるようにになっている。第7図に示す様に、レチクル13上に

すりガラス17を挿入すると、このすりガラス17により、照明系7からの光が散乱して大きく広がるためレチクル13上のピンホール12を通った光は、縮小レンズ2の入射瞳9の径 D_i よりも大きい光束46となり、該入射瞳9の全開口面積を通して縮小レンズ2に入射する。このようにして、瞳全体を透過した光は、一旦レチクル共役面20(第7図参照)上に結像するが、共役面20から一定距離 h 離れた位置で、瞳上照度分布検出ユニット16を走査すると第8図(a)の様な照度分布が得られ、これから入射瞳9の径 D_i に対応するセンサ面上での径 D_o が求められる。

そして第8図(a)と(b)に示す照度分布から、(c)のようにして前掲の式(1)により、照明系の部分的コヒーレンシ(σ 値)を求めることが可能となる。さらに、同図(a)で得られた波形の重心等から光源像の中心45(第3図参照)を求めると、テレセン度に相当する入射瞳の中心44からのずれ C_o (又は C_i)を式(2)によって得ることができる。

尚、第9図(a)は上記測定をXY方向について行

った照度分布であり、これから第9図(ハ)に示すような等高線を求めることもできる。

第5図の実施例に示したレチクル13上には複数のピンホール12が形成されているが、ウエハステージ5をこのピンホール位置に対応して大きく動かしながら上記測定を繰り返せば、レチクル13上の各点に対応して部分的コヒーレンシやテレセン度である光源の中心ずれを測定できる。これにより、光源像が真に入射瞳上に結像しケーラー照明となっているか否かをチェックすることもできる。

実施例Ⅲ：

第10図(ハ)、(ニ)、(ヘ)に示すような構造のレチクル21を用いることにより、第5図に示すレチクル13上に挿入可能なすりガラス17を用いることなく前記の実施例Ⅱと同様な測定が可能である。すなわち、第10図(ハ)に示したレチクル21上には第10図(ニ)、(ヘ)に示すようにピンホール12並びに散乱板又はすりガラス23をはりつけたピンホール12'からなるピンホールのペア22が複数又は単一配置されている。瞳上の照度分布の測定は、実施例Ⅱにおける

と同様に行う。すなわち第11図に示すようにレチクル21上のピンホール12を通った光が、縮小レンズ2により、レチクル21と共役となる位置20に結像する。ウエハステージ上に設けた照度分布検出ユニット16の受光ピンホール15はこの共役面20から一定距離 h 離れた位置をウエハステージ5により X または、 Y 方向に移動する。こうして瞳上の照度分布に相当する照度分布を第12図(ハ)の様に検出することが可能となる。

次に、上記瞳上の照度分布の測定と同様に、レチクル21上にすりガラス23をはりつけたピンホール12'（第11図参照）を通った光は縮小レンズ2の入射瞳9の径よりも大きく広がる。そして、入射瞳全体を透過した光束10は、一旦レチクル共役面20に結像するため、共役面20から一定距離 h 離れた位置では、照度分布が第12図(ニ)の様に得られる。

ここで、レチクル21の2つのピンホール12と12'との距離 l がわかっているれば、縮小率 m をかけて求めるウエハ上での距離 $l' (= ml)$ が求められ、

これから、第12図(ハ)に示すように、第12図(ニ)の照度分布に対する瞳径 D 、と中心の位置を求め、第5図の実施例におけると同様に、照明系の部分的コヒーレンシ（ σ 値）と光源像の中心のずれとを求めることが可能となる。また、レチクル21上の複数のピンホールペア22（第10図(ニ)参照）を用いることにより、第13図に示すようレチクル上の各点に対応した入射瞳上における照度分布とその偏りが求められ、照明系が真のケーラー照明になっているか否かをチェックすることができる。

実施例Ⅳ：

前記の実施例Ⅲでは第10図に示すような構造のレチクル21を用いることにより、第5図に示したレチクル13上に挿入可能なすりガラス17を用いることなく実施例Ⅱと同様な測定を可能としたが、第14図に示すようにレンズ26を貼りつけたレチクル24を用いても同様のことができる。同図(ハ)に示した25a、25b～25zはレンズを貼りつけたピンホールと貼りつけていないピンホールとのペアを示し、その部分的拡大図を同図(ニ)に、断面図を同図

(ニ)に示した。

実施例Ⅴ：

別の実施例を以下第15図、第16図を用いて説明する。

まず、第15図において、照度分布検出ユニット16はウエハステージ5上に設けてあり、ウエハステージ5は XYZ 方向に移動可能である。この照度分布検出ユニット16は前述の各実施例におけると同様に受光ピンホール15と照度検出用センサ14とから成り立っている。レチクル13上のピンホール12を通った光は、縮小レンズ2により、レチクル13と共役となる位置20に結像する。ここで、ウエハステージ5を Z 方向に移動し、照度分布検出ユニット16のピンホール15がレチクル共役位置20上に位置するように高さ方向の位置合わせをする。この状態でウエハステージを XY 方向に移動し、第16図(ハ)に示すようなピンホール像の照度分布を得る。この分布よりピンホールの中心位置47を求める。次に、ウエハステージ5を Z 方向に一定距離 h だけ下降させる。この状態で、ウエハステー

ジ5をXY方向に移動し、第16図(a)に示すような照度分布を得る。

第16図(a)で求めたピンホールの中心位置47と、ウエハステージの下降距離hとから、縮小レンズの設計上のNA(Numerical Aperture)を用いて、レチクル共役位置20から距離h離れた位置での瞳径に相当する径D。を求めることが可能である。したがって、この径D。と中心位置47とを、測定した照度分布に重ね合わせるにより、照明系の部分的コヒーレンシ(σ 値)と光源の中心のずれ量とを求めることが可能となる。尚、この方式ではウエハステージ5のZ方向のストロークが十分にあれば瞳面上の照度分布測定ユニット16をそのままウエハ面上の照度分布測定ユニットと兼用することができる。

実施例VI:

上述の実施例IIからIVにおいて、レチクル共役位置20から距離h離れた位置に受光ピンホール15を設ける場合に、第17図のような方法も可能である。すなわちガラス50の両面に設けたクロム膜28

に大きな受光窓27と受光ピンホール12とを設け、大きな受光窓27を設けた側の面をレチクル共役位置20に合わせると下側の受光ピンホール12がレチクル共役位置20から離して置かれることになる。ガラス50の上面にピンホールよりも広い受光窓27を設けたのは速光等の影響を減少するためである。このようにすることにより、特開昭58-7136などにみられるようなアライメント系等のオフセット誤差測定系との共存も可能となる。

実施例VII:

第18図はこれまで述べてきた露光装置の照明系7の具体例を併せて示したものであって、照明系7以外の部分は第5図に対応せしめて描いてある。水銀灯39から発せられた光は、回転楕円面鏡40、コールドミラー60、レンズ61を経て、インテグレート41に入射する。このインテグレート41の出射面には、 σ 値を制御する開口絞り30が設けられている。開口絞りの像はミラー62、コンデンサレンズ63によりレチクル13を照らし、縮小レンズ2の入射瞳9に結ばれる。

まずセンサ14で σ 値を測定し、照明系制御回路70により σ 値が最適になる開口絞り30の開口径を、固定径絞りの切替え又は可変径絞りを動かし変化させる。

次に、光源像の中心ずれや照度分布の傾きがある時には、開口絞り30の位置を光軸に直角方向に動かしたり、又は水銀灯39の位置を調整して補正する。又、真のケーラー照明になっていない場合すなわち、開口絞り30の像が縮小レンズ2の入射瞳9上に結像していない場合には、コンデンサレンズ63を光軸方向に動かして開口絞り30の像を正確に縮小レンズ2の入射瞳9上に結ぶように調整する。これらの調整はマニュアルで行ってもよいし、モータ等を制御して自動で行ってもよい。

従来技術の欄で述べたように一般に光学系に用いるレンズには光学的な収差が存在する為、 σ 値と解像度との関係は第22図のようになるが、このカーブはパターン寸法や形状によって変化する。そこで、露光装置において、レチクルの描画情報(パターン寸法等)に応じて、レンズの σ 値を最

適な値に変え描画するために、本実施例で示すようにして照明系の部分的コヒーレンシ(σ 値)を求め、その値を基に第18図に示す照明系の開口絞り30の径を制御し σ 値を変化させる。この測定と開口絞り30の変化を繰り返すことにより、正確な σ 値を選ぶ事が可能となり、レンズの解像性能を最大限に発揮することができる。

実施例VIII:

照明系を持つ半導体等の微細パターンを観察又は検査する顕微鏡、検査装置等に於いても、第20図に示すように試料面38からh離れた位置にピンホール15と照度検出センサ14を試料ステージ上に設置することにより、前述の実施例Vに示したような方法を用いて照明系の部分的コヒーレンシ(σ 値)及び、テレセン度又は光源像の中心ずれをチェックする事が可能となり、この測定結果を基に、照明系のランプ32、レンズ33、又は、ランプ32の位置に置かれる導光用ファイバーの位置をXYZ方向に調整してレンズの光軸に対する照明光軸のずれを無くすことにより、試料に対して真

のケーラー照明を実現し、常に良好な観察像を得ることを可能にする。

(発明の効果)

以上説明したように本発明の装置を用いて本発明の方法を実施すれば、レンズの入射瞳面上の照度分布を自動的に求めることにより、照明系の部分的コヒーレンシ(σ 値)及び、テレセン度又は光源像の中心ずれ量のチェックを行い、その結果に基づき照明系を補正することが可能となる。したがって、露光装置に於いてはウエハ上に回路パターンを形成する縮小レンズの解像性能を最大限に発揮するという効果があり、又、顕微鏡、検査装置等に於いては試料に対して真のケーラー照明を与え、常に良好な観察像を得ることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図乃至第3図は本発明の実施例Iを示し、第1図は模式的な斜視図、第2図は光路を付記した断面図、第3図は作用説明図である。

第4図は実施例Iの応用例の説明図であり、同図(A)は模式的な斜視図、同図(B)は作用説明図

である。

第5図乃至第9図は本発明の実施例IIを示し、第5図は模式的な斜視図、第6図及び第7図は光路を付記した断面図、第8図(a)、(b)、(c)及び第9図(a)、(b)は作用説明図である。

第10図乃至第13図は本発明の実施例IIIを示し、第10図(a)、(b)、(c)はレチクルの説明図、第11図は光路を付記した断面図、第12図(a)、(b)、(c)及び第13図は作用説明図である。

第14図(a)、(b)、(c)は本発明の実施例IVにおけるレチクルの説明図である。

第15図及び第16図は本発明の実施例Vを示し、第15図は光路を付記した断面図、第16図(a)、(b)、(c)は作用説明図である。

第17図は本発明の実施例VIにおける受光ピンホールの説明図である。

第18図は本発明の実施例VIIを示し、光路を付記した断面図である。

第19図(a)、(b)は実施例IIに用いたレチクルの説明図である。

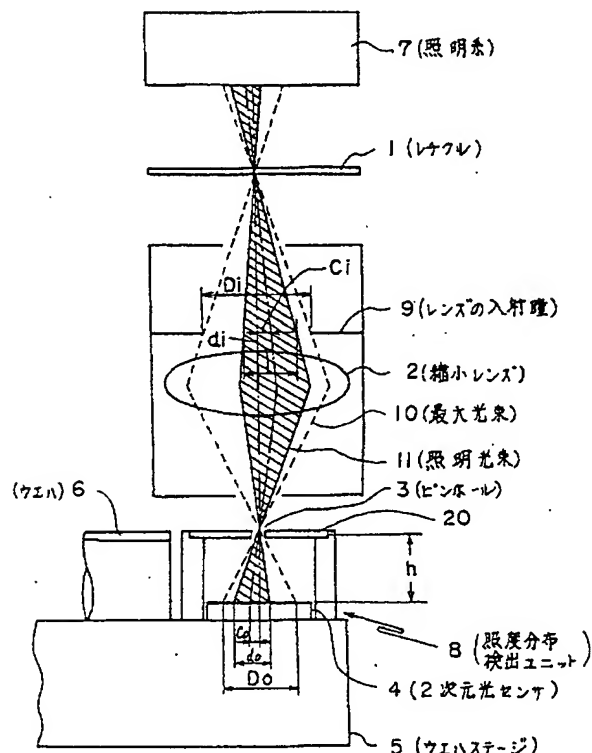
第20図は本発明の実施例VIIIを示し、光路を付記した断面図である。

第21図は従来例を示し、光路を付記した断面図である。

第22図は一般光学系の σ 値と解像度との関係を示す図表、第23図及び第24図は従来技術における課題の説明図である。

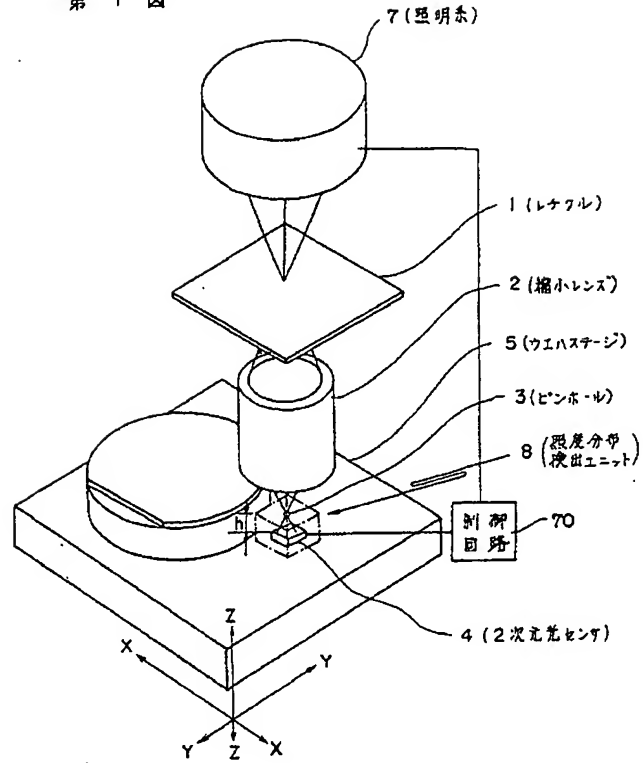
1…レチクル、2…縮小レンズ、3…ピンホール、4…2次元光センサ、5…ウエハステージ、6…ウエハ、7…照明系、8…照度分布検出ユニット、9…レンズの入射瞳、10…レンズの最大光束、11…照明光束、12…ピンホール、13…レチクル、14…照度分布検出用の光センサ、15…受光ピンホール、16…照度分布検出ユニット、21…レチクル、30…開口絞り。

第 2 図

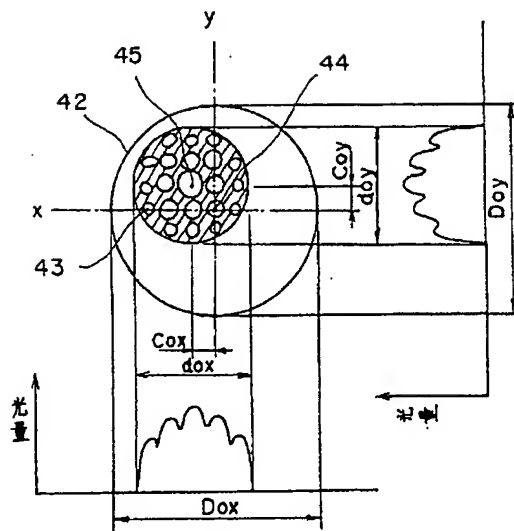


代理人 弁理士 秋 本 正 実

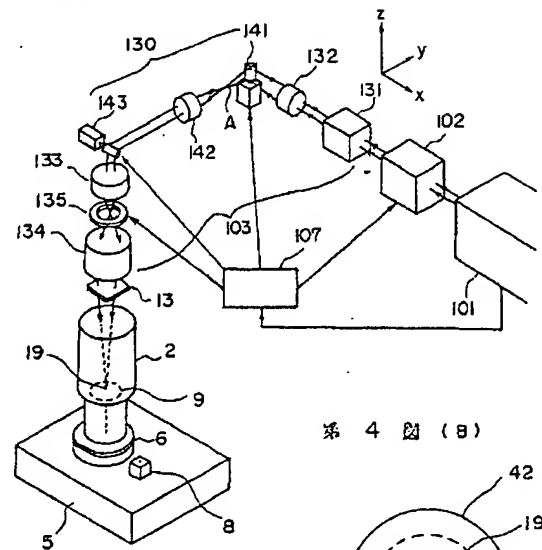
第 1 図



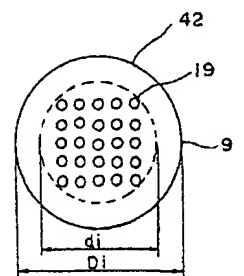
第 3 図



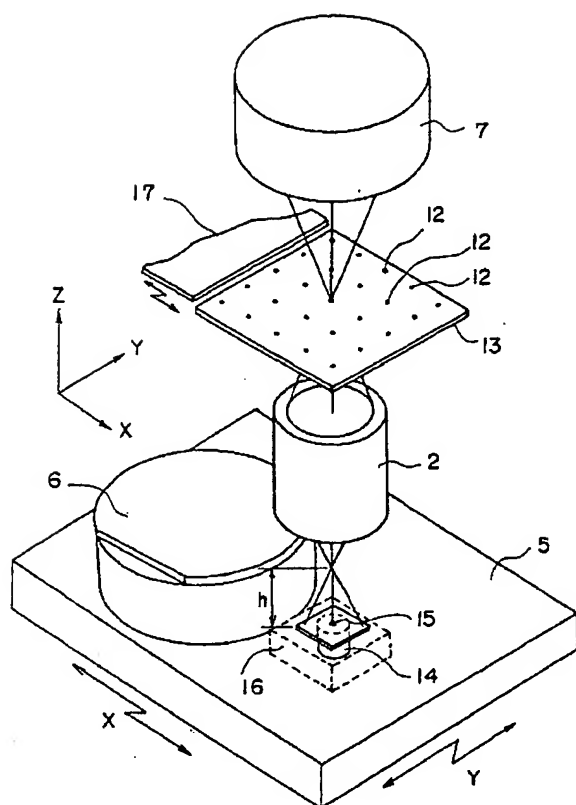
第 4 図 (A)



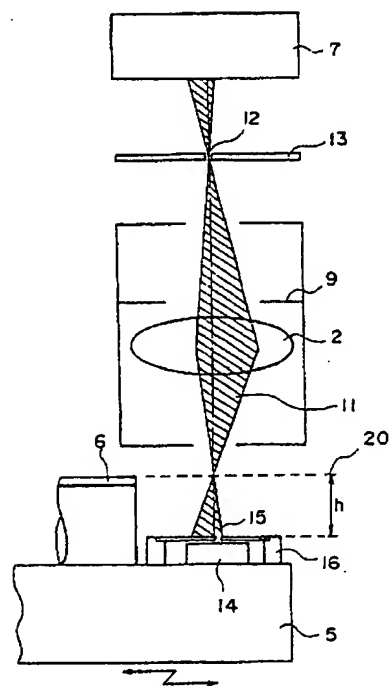
第 4 図 (B)



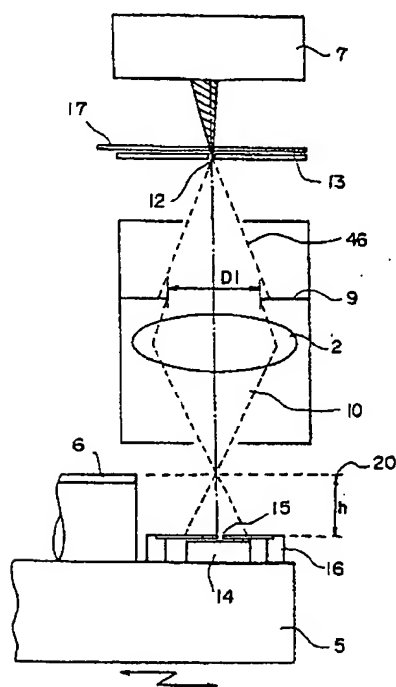
第 5 図



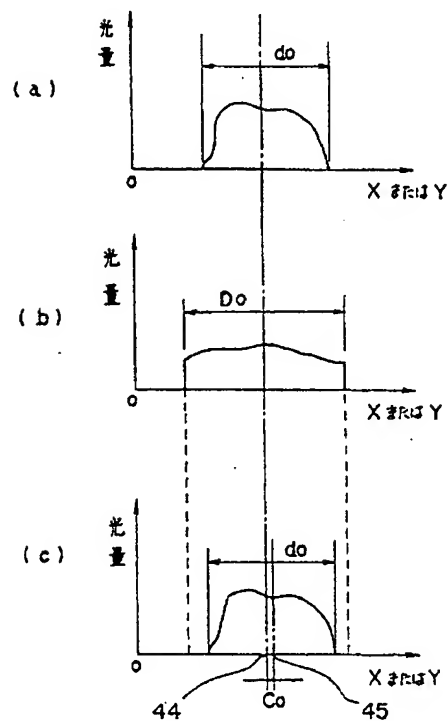
第 6 図



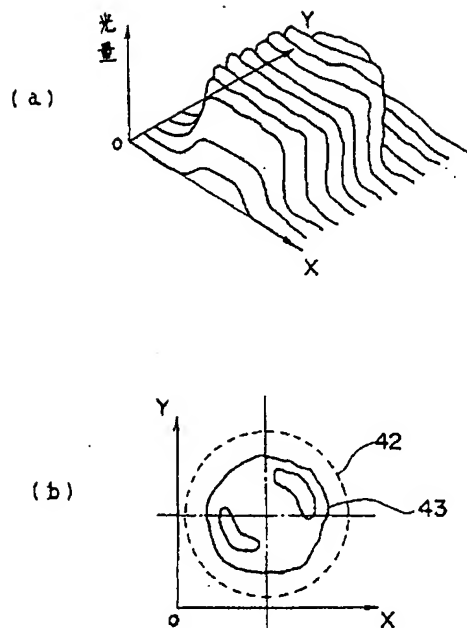
第 7 図



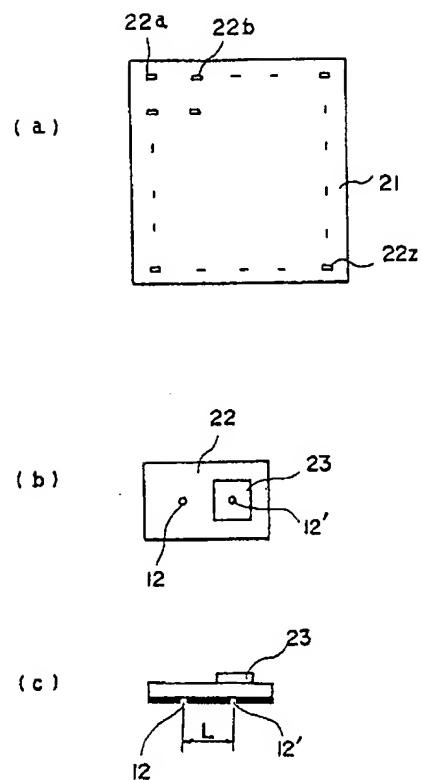
第 8 図



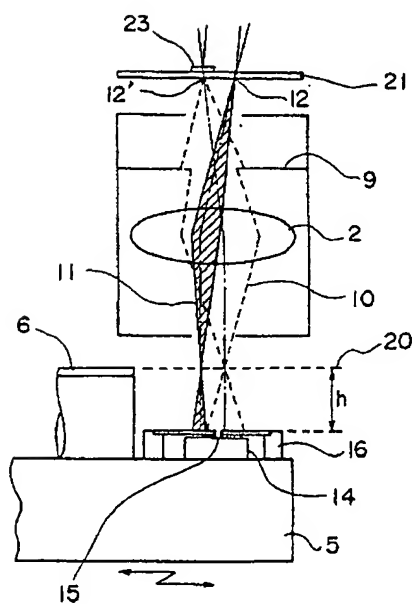
第 9 図



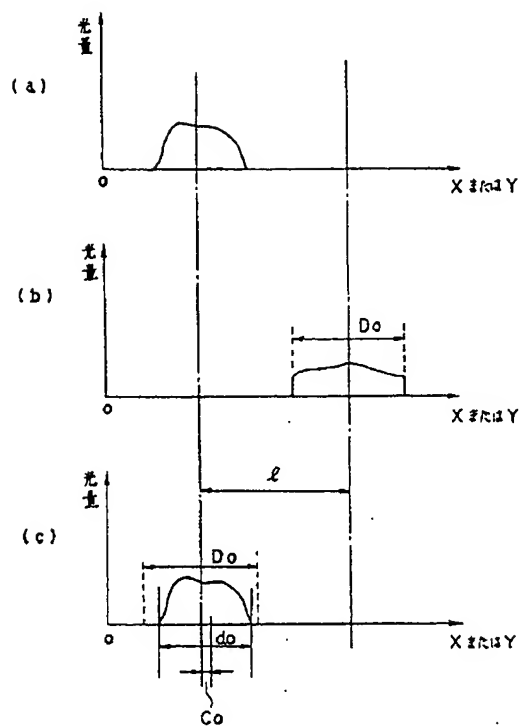
第 10 図



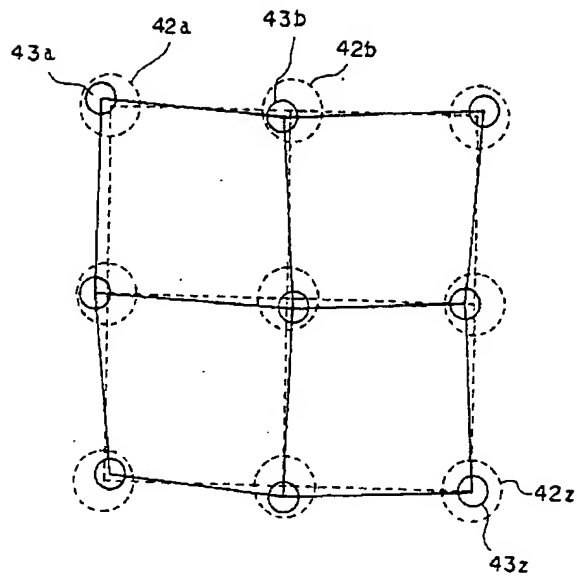
第 11 図



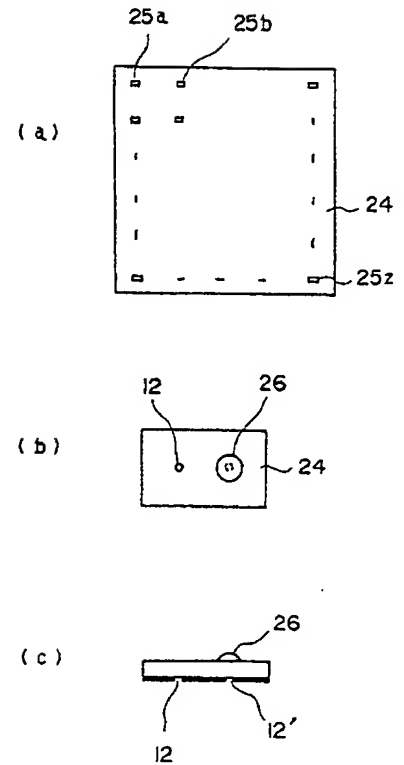
第 12 図



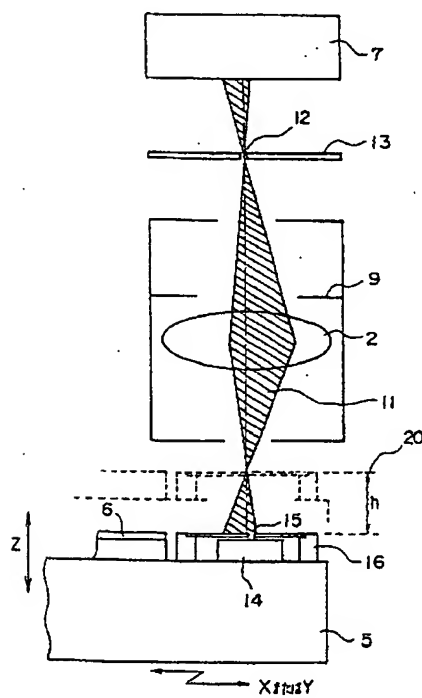
第 13 図



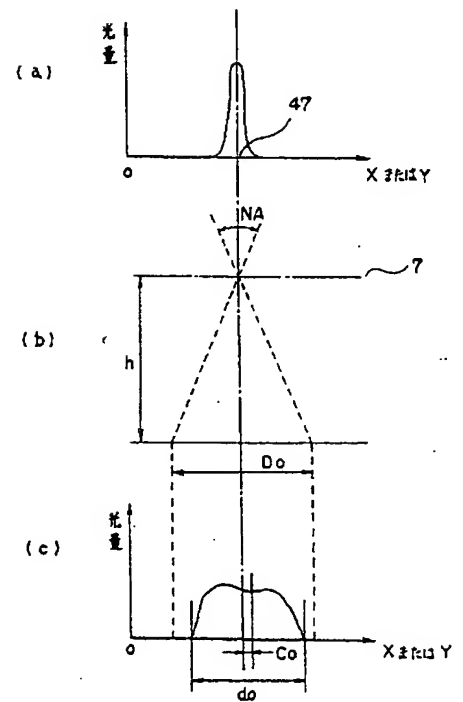
第 14 図



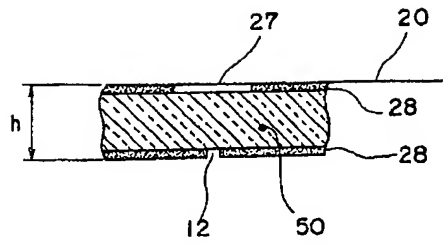
第 15 図



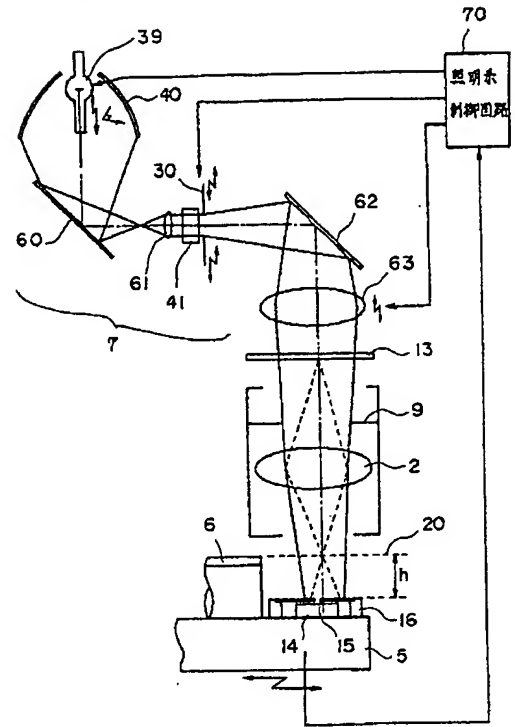
第 16 図



第 17 図

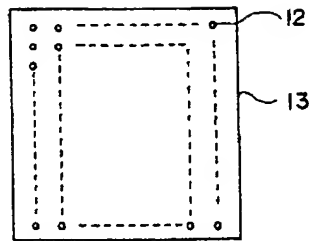


第 18 図

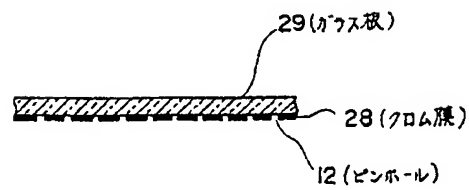


第 19 図

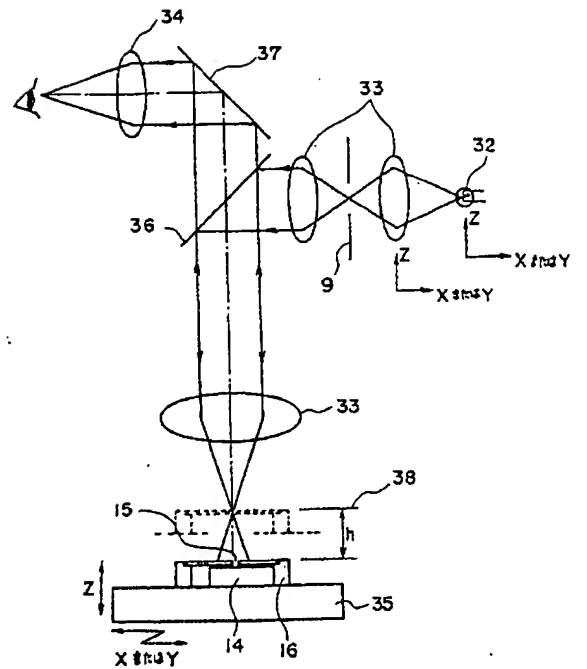
(a)



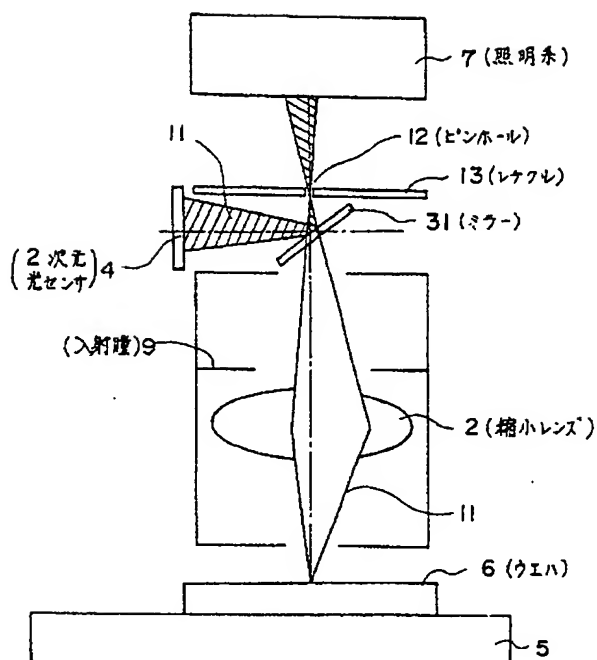
(b)



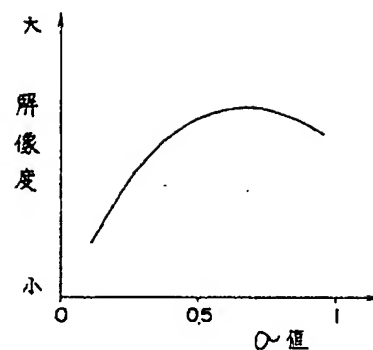
第 20 図



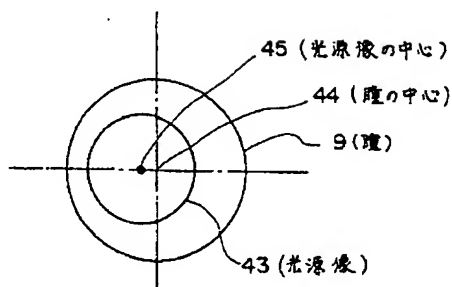
第 21 図



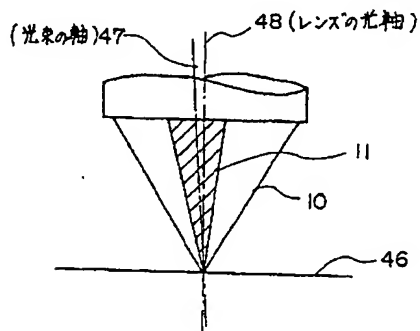
第 22 図



第 23 図



第 24 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.